

# ڈائنامکس (Dynamics)

طلبہ کے علمی ماحصل / نتائج

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ

مومینٹم، فورس، انرشیا، فرکشن اور سینٹری پوئل فورس کی تعریف کر سکیں۔

پہنچ دی گئی مساوات کو استعمال کر کے مشقی سوالات حل کر سکیں۔

$$\text{مومینٹم میں تبدیلی} = \text{فورس} \times \text{وقت}$$

روزمرہ زندگی کی عملی مثالوں سے فورس کے تصور کی وضاحت کر سکیں۔

نیوٹن کے موشن کے قوانین بیان کر سکیں۔

ماس اور وزن میں فرق کر سکیں اور  $F = ma$  اور  $w = mg$  کی مدد سے مشقی سوالات حل کر سکیں۔

نیوٹن کے دوسرے قانون کی مدد سے بے فرکشن پگھی سے گزرتی ہوئی ڈوری کے سروں سے منسلک دو اجسام کی موشن کے دوران ڈوری میں ٹینشن اور ایکسلریشن معلوم کر سکیں۔

مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون بیان کر سکیں۔

دو اجسام کے ٹکراؤ میں مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون استعمال کر سکیں۔

مومینٹم کے کنزرویشن کے قانون کی مدد سے دو اجسام میں ٹکراؤ کے بعد ان کی ولاشی معلوم کر سکیں۔

ٹائروں کی سطح، روڈ کی حالت، سکیڈنگ اور بریکنگ فورس کے حوالہ سے گاڑیوں کی حرکت پر فرکشن کے اثرات کی وضاحت کر سکیں۔

یہ بتا سکیں کہ رولنگ فرکشن، سلائیڈنگ فرکشن کے مقابلہ میں بہت کم ہوتی ہے۔

فرکشن کو کم کرنے کے مختلف طریقوں کی فہرست تیار کر سکیں۔



## تصوراتی تعلق

اس یونٹ کی بنیاد ہے:

فورس اور موشن سائنس-IV

یہ یونٹ رہنمائی کرتا ہے:

موشن اور فورس فزکس-XI



## اہم تصورات

3.1	مومنٹم
3.2	نیوٹن کے قوانین
3.3	فرکشن
3.4	یونیفارم سرکولر موشن

◀ واضح کر سکیں کہ ایک منحنی راستے (curved path) پر کسی جسم کی موشن اس پر عمل کرنے والی ایک عمودی فورس کی وجہ سے ہوتی ہے جو موشن کی سمت تبدیل کرتی ہے نہ کہ اس کی سپیڈ۔

◀  $F = mv^2/r$  کی مدد سے دائرے میں حرکت کرنے والے جسم پر عمل کرنے والی سینٹری پیٹل فورس معلوم کر سکیں۔

◀ یہ بیان کر سکیں کہ کیا ہوگا اگر آپ بس میں سوار ہوں اور بس

(i) اچانک چل پڑے

(ii) اچانک ڈک جائے

(iii) اچانک بائیں طرف مڑ جائے

◀ کہانی لکھ سکیں ایک ایسے خواب کی جو ہر طرح کی فرکشن کے اچانک غائب ہونے سے رونما ہونے والے واقعات سے متعلق ہو۔ کیا یہ ایک خوفناک خواب نہیں ہوگا؟

## طلب کی تحقیقی مہارت

◀ کسی ٹرائی کا مختلف سلوپ (slope) والی سطحوں پر مختلف اوزان اٹھاتے ہوئے سلائڈ کرنے پر پریکٹس کی مدد سے وزن اور فرکشن کے درمیان تعلق کی نشان دہی کر سکیں۔

## سائنس پیکناومی اور ماسائی سے تعلق

◀ انسانوں، بے جان اشیاء اور گاڑیوں کی موشن کے حوالے سے ڈائنامکس کے اصول کی نشان دہی کر سکیں۔ (مثلاً ایک گیند کو اوپر کی طرف پھینکنے، تیراکی، کشتی رانی اور راکٹ کی موشن کا تجزیہ کر سکیں)

◀ حفاظتی آلات (مثلاً نازک اشیاء کی پیکنگ، کرمپل زون (crumple zone) اور سیٹ بیلٹس (seatbelts) کے استعمال سے مومنٹم میں ہونے والی کمی کی نشان دہی کر سکیں۔

◀ عملی زندگی میں فرکشن کے فوائد و نقصانات کے ساتھ ساتھ ان حالات میں فرکشن کو کم یا زیادہ کرنے کے طریقے کو بیان کر سکیں (مثلاً کار کے ٹائرز کی سطح پر بنائے گئے ڈیزائنز، بائیسکل چلانے، پیراشوٹ سے اترنے،



فصل 3.1: ریڈیجی پر کھانے کی اشیاء فروخت کرنے والا۔



ڈوری کی گرہ میں فرکشن کے فوائد صنعتی مشینوں کے متحرک پرزوں کے درمیان اور ایکسل پر گھومنے والے پہیوں کے درمیان فرکشن کے نقصانات اور اسے کم کرنے کے طریقے۔

سینٹری چارل فوس کے استعمال کا بحوالہ (i) روڈ بینکنگ کی محفوظ ڈرائیونگ (ii) واشنگ مشین کے ڈرائیو (iii) کریم سپر، نشان دہی کر سکیں۔

کانٹیکٹس میں ہم نے صرف موٹن اور اس میں تبدیلی کا مطالعہ کیا۔ لیکن ہمارے علم کی اس وقت تک کوئی اہمیت نہیں ہے جب تک کہ ہم موٹن کی وجوہات کو نہ سمجھیں میکینکس کی وہ شاخ جس میں ہم کسی جسم میں موٹن کے ساتھ اس کی وجوہات کا بھی مطالعہ کرتے ہیں، ڈائنامکس کہلاتی ہے۔ اس یونٹ میں ہم مومینٹم کا مطالعہ کریں گے۔ اس کے علاوہ موٹن کی وجوہات اور موٹن میں جسم کے ماس کے کردار کا جائزہ بھی لیں گے یہ تحقیق فوس کے تصور تک پہنچنے میں ہماری رہنمائی کرتی ہے۔ ہم موٹن کے قوانین اور ان کے اطلاق کا بھی مطالعہ کریں گے۔

### 3.1 فوس، انرشیا اور مومینٹم

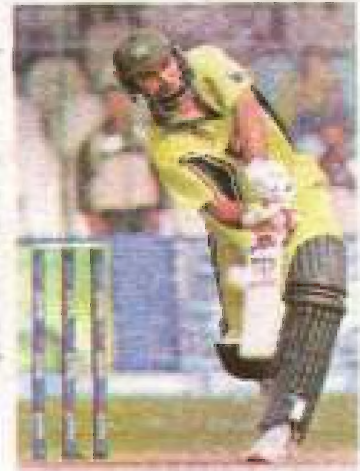
(Force, Inertia and Momentum)

کسی جسم کی حرکت کو سمجھنے کے لیے نیوٹن کے موٹن کے قوانین بنیادی اہمیت کے حامل ہیں۔ ان قوانین کو زیر بحث لانے سے قبل مناسب یہ ہے کہ ہم چند اصطلاحات مثلاً فوس، انرشیا اور مومینٹم کو سمجھ لیں۔

### فوس (Force)

ہم دروازے کو اپنی طرف کھینچ کر یا دھکیل کر کھول سکتے ہیں۔ شکل (3.1) میں ایک آدمی ریڑھی کو دھکیلتے ہوئے دکھایا گیا ہے۔ دھکیلنے سے ریڑھی کو موٹن میں لایا جاسکتا ہے یا اس کی موٹن کی سمت کو تبدیل کیا جاسکتا ہے یا پھر چلتی ہوئی ریڑھی کو روکا جاسکتا ہے۔ شکل (3.2) میں ایک بینسمن اپنی طرف آنے والی بال کو ہٹ لگا کر اس کی موٹن کی سمت تبدیل کر رہا ہے۔

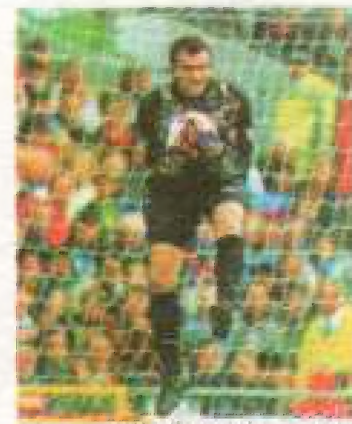
یہ ضروری نہیں کہ فوس ہمیشہ کسی جسم کو حرکت ہی دے۔ شکل (3.3) میں ایک لڑکا دیوار کو دھکیل کر اسے حرکت میں لانے کی کوشش کر رہا ہے۔ کیا وہ اسے حرکت دے سکے گا؟ ایک گول کپڑ کو اپنی طرف آنے والے فٹ بال کو روکنے کے لیے فوس صرف کرنا پڑتی ہے۔ پس ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ



شکل 3.2: جب بینسمن نے ہٹ لگائی تو گیند کی موٹن کی سمت تبدیل ہو گئی۔



شکل 3.3: ایک لڑکا دیوار کو دھکیل رہا ہے۔



شکل 3.4: گول کپڑ گیند کو روک رہا ہے۔



فوری کسی جسم کو موٹن میں لاتی ہے یا موٹن میں لانے کی کوشش کرتی ہے، جسم کی موٹن کو روکتی ہے یا روکنے کی کوشش کرتی ہے۔

اگر آپ غبارے کو دبا لیں تو کیا ہوگا؟

آپ چاقو کی تیز و چار والے حصے کو کسی سیب میں داخل کر کے اسے کاٹ سکتے ہیں۔ پس اگر کوئی فوری کسی جسم پر عمل کرے تو وہ اس کی شکل اور سائز کو بھی تبدیل کر سکتی ہے۔

### انرشیا (Inertia)

گلیلیو (Galileo) نے مشاہدہ کیا کہ ایک بھاری جسم کی بہ نسبت ایک ہلکے جسم کو موٹن میں لانا آسان ہوتا ہے۔ بھاری اجسام کو موٹن میں لانا مشکل ہوتا ہے اور اگر وہ موٹن میں ہوں تو انہیں روکنا بھی مشکل ہوتا ہے۔ نیوٹن نے یہ نتیجہ اخذ کیا کہ ہر جسم اپنی ریست کی حالت یا یونیفارم موٹن کی حالت میں تبدیلی میں مزاحمت پیش کرتا ہے۔ اس نے مادہ کی اس خصوصیت کو انرشیا (inertia) کا نام دیا۔ اور جسم کے انرشیا کا اس کے ماس کے ساتھ تعلق معلوم کیا۔ جتنا کسی جسم کا ماس زیادہ ہوگا اتنا ہی اس جسم کا انرشیا زیادہ ہوگا۔



فصل 3.5: جیسے ہی کارڈ بورڈ گلاس کے اوپر سے ہٹ جاتا ہے سکے گلاس میں گر جاتا ہے۔



فصل 3.6: کاغذ کی پٹی پھینچنے پر اس پر رکھے گئے سکے اپنی جگہ پر ایسے ہی پڑے رہتے ہیں۔

انرشیا کسی جسم کی وہ خصوصیت ہے جس کی وجہ سے وہ اپنی ریست پوزیشن یا یونیفارم موٹن میں تبدیلی کے خلاف مزاحمت کرتا ہے۔

آئیے انرشیا کو سمجھنے کے لیے ایک تجربہ کرتے ہیں۔

### تجربہ 3.1

ایک خالی گلاس کو کارڈ بورڈ کے ایک ٹکڑے سے ڈھانپ دیں۔ کارڈ بورڈ کے اوپر ایک سکے رکھیں جیسا کہ شکل (3.5) میں دکھایا گیا ہے۔ اب اپنی انگلی کے جھٹکے سے کارڈ بورڈ کو افقی سمت میں ٹھوکر لگائیں۔

کیا سکے کارڈ بورڈ کے ساتھ حرکت کرتا ہے؟

سکے انرشیا کی وجہ سے کارڈ بورڈ کے ساتھ حرکت نہیں کرتا۔

جب کارڈ بورڈ گلاس سے دور جا کر گرتا ہے تو سکے کہاں جاتا ہے؟

انرشیا کی ایک اور مثال زیر غور لائیں۔ کاغذ کی ایک پٹی (strip) کا ٹکڑا

اور اسے میز پر رکھ کر اس کے ایک سرے پر چند سکے ایک دوسرے کے اوپر رکھیں۔



جیسا کہ شکل (3.6) میں دکھایا گیا ہے۔

کیا آپ سکوں کو گرائے بغیر کاغذ کی پٹی کو سکوں کے نیچے سے کھینچ سکتے ہیں؟  
کاغذ کی پٹی کو تیزی سے کھینچنے کے دوران ایک دوسرے پر رکھے ہوئے سکے  
کیوں نہیں گرتے؟

### مومنٹم (Momentum)

بندوق کی گولی میں انرشیا کی مقدار بہت کم ہوتی ہے کیونکہ اس کا ماس بہت کم ہوتا ہے۔ پھر اس کا اثر بندوق سے فائر کرنے پر کیوں بڑھ جاتا ہے؟  
دوسری طرف کسی سامان سے لگے ہوئے ٹرک سے ٹکرانے والا جسم بہت زیادہ متاثر ہوتا ہے خواہ ٹرک کی سپیڈ انتہائی کم ہی کیوں نہ ہو۔ اس قسم کی صورتحال کی وضاحت کے لیے ہم ایک نئی اصطلاح متعارف کراتے ہیں، جسے مومنٹم کہتے ہیں۔  
کسی جسم میں اس کے ماس اور ولاسٹی کی وجہ سے موشن کی مقدار مومنٹم کہلاتی ہے۔

کسی جسم کا مومنٹم  $P$  اس کے ماس اور ولاسٹی کے حاصل ضرب کے برابر ہوتا ہے۔ پس

$$P = mv \quad \dots \dots \dots (3.1)$$

مومنٹم ایک ویکٹر مقدار ہے۔ اس کی سمت وہی ہوتی ہے جس میں جسم حرکت کر رہا ہوتا ہے۔ سسٹم انٹرنیشنل میں مومنٹم کا یونٹ کلوگرام میٹر فی سیکنڈ  $\text{kgms}^{-1}$  ہے۔

### 3.2 نیوٹن کے موشن کے قوانین (Newton's Laws of Motion)

نیوٹن پہلا سائنس دان تھا جس نے موشن کے قوانین متعارف کروائے۔ یہ نیوٹن کے موشن کے قوانین کہلاتے ہیں۔

#### نیوٹن کا موشن کا پہلا قانون (Newton's First Law of Motion)

نیوٹن کا موشن کا پہلا قانون ساکن اجسام یا یونیفارم سپیڈ سے خط مستقیم (straight line) میں متحرک اجسام سے متعلق ہے۔ نیوٹن کے پہلے قانون کے مطابق اگر کوئی جسم ریسٹ میں ہے تو وہ ریسٹ میں ہی رہتا ہے بشرطیکہ اس پر کوئی نیٹ فورس (net force) عمل نہ کرے۔ اس قانون کا یہ حصہ صحیح ہے کیونکہ ہم دیکھتے ہیں کہ اجسام خود بخود موشن میں نہیں آتے جب تک کہ کوئی انہیں موشن میں نہ لائے۔

کسی جسم پر نیٹ فورس اس پر عمل کرنے والی تمام فورسز کے ریسلٹ کے برابر ہوتی ہے۔



مثلاً میز پر رکھی ہوئی کتاب اسی طرح پڑی رہے گی جب تک کہ کوئی فورس اس پر عمل نہ کرے۔

اسی طرح ایک متحرک جسم خود بخود نہیں رکتا۔ ایک ناہموار سطح پر لڑھکائی گئی گیند اس گیند کے مقابلے میں جلد رک جاتی ہے جسے ہموار سطح پر لڑھکایا گیا ہو۔ کیونکہ ناہموار سطح فرکشن کے باعث نسبتاً زیادہ مزاحمت پیش کرتی ہے۔ اگر موشن میں رکاوٹ ڈالنے والی فورس نہ ہوتی تو کسی جسم کی موشن کبھی بھی ختم نہ ہوتی۔ لہذا نیوٹن کے موشن کے پہلے قانون کو ان الفاظ میں بیان کیا جاسکتا ہے۔

ہر جسم اپنی ریسٹ کی حالت یا خط مستقیم میں یونیفارم موشن کو جاری رکھتا ہے بشرطیکہ اس پر کوئی نیٹ فورس عمل نہ کر رہی ہو۔

کیونکہ نیوٹن کا پہلا قانون مادے کی انرشیا کی خصوصیت سے متعلق ہے اس لیے اسے انرشیا کا قانون بھی کہتے ہیں۔

ہم دیکھتے ہیں کہ جب بس کا ڈرائیور اچانک بریک لگاتا ہے تو کھڑے ہوئے مسافر آگے کی طرف گرنے لگتے ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ مسافروں کے جسم کا نچلا حصہ تو بس کے ساتھ رک جاتا ہے جبکہ اوپر والا حصہ اپنی موشن کو جاری رکھتا ہے۔ اس لیے وہ آگے کی طرف گرنے لگتے ہیں۔

### نیوٹن کا دوسرا قانون

(Newton's Second Law of Motion)

نیوٹن کا موشن کا دوسرا قانون موشن کی اس صورت حال سے متعلق ہے جب کسی جسم پر کوئی نیٹ فورس (net force) عمل کر رہی ہو۔ اس کو درج ذیل الفاظ میں بیان کیا جاتا ہے۔

جب ایک فورس کسی جسم پر عمل کرے تو اس میں فورس کی سمت میں ایکسلریشن پیدا ہوتا ہے۔ ایکسلریشن کی مقدار فورس کی مقدار کے ڈائریکٹلی پروپورشنل اور ماس کے انورسلی پروپورشنل ہوتی ہے۔

اگر ایک فورس  $F$  ماس  $m$  کے جسم میں ایکسلریشن پیدا کرے تو اس قانون

کے مطابق

$$a \propto F$$

$$a \propto \frac{1}{m} \text{ اور}$$

کیا آپ جانتے ہیں؟



جب ایک بس تیزی سے موڑ کاٹتی ہے تو اس میں کھڑے مسافر باہر کی طرف گرنے لگتے ہیں۔ انرشیا کی وجہ سے ان کے جسم سیدھی لائن میں اپنی حرکت جاری رکھنا چاہتے ہیں اس لیے ان کے جسم کے اوپر والا حصہ بس کے موڑ کے مخالف سمت میں جھک جاتا ہے۔



$$\begin{array}{lcl} \text{یعنی} & a & \propto \frac{F}{m} \\ \text{یا} & F & \propto ma \end{array}$$

k کو بطور کونسٹنٹ کے استعمال کرنے سے

$$F = kma \quad \dots \dots \dots (3.2)$$

SI یونٹس میں k کی قیمت 1 ہے۔ اس لیے مساوات (3.2) کو اس طرح سے لکھا جاسکتا ہے۔

$$F = ma \quad \dots \dots \dots (3.3)$$

فورس کا SI یونٹ نیوٹن ہے۔ 1 N سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

نیوٹن کے موشن کے دوسرے قانون کے مطابق ایک نیوٹن وہ فورس ہے جو 1 kg ماس والے جسم میں  $1 \text{ ms}^{-2}$  کا ایکسلریشن پیدا کرتی ہے۔  
پس ایک نیوٹن کو ہم اس طرح ظاہر کر سکتے ہیں۔

$$\begin{array}{lcl} 1 \text{ N} & = & 1 \text{ kg} \times 1 \text{ ms}^{-2} \\ \text{یا} & 1 \text{ N} & = 1 \text{ kg ms}^{-2} \quad \dots \dots \dots (3.4) \end{array}$$

### مثال 3.1

8 کلوگرام ماس کے ایک جسم پر 20 N کی فورس عمل کر رہی ہے۔ اس جسم میں پیدا ہونے والا ایکسلریشن معلوم کریں۔

حل

$$\begin{array}{lcl} \text{یہاں} & m & = 8 \text{ kg} \\ & F & = 20 \text{ N} \\ & a & = ? \\ & F & = ma \quad \text{ہم جانتے ہیں کہ} \\ 20 \text{ N} & = & 8 \text{ kg} \times a \\ \text{یا} & a & = \frac{20 \text{ N}}{8 \text{ kg}} \\ \text{یا} & a & = 2.5 \frac{\text{kg ms}^{-2}}{\text{kg}} \\ & & = 2.5 \text{ ms}^{-2} \end{array}$$

پس دی گئی فورس کی وجہ سے پیدا ہونے والا ایکسلریشن  $2.5 \text{ ms}^{-2}$  ہے۔



## مثال 3.2

ایک فورس 5 kg ماس کے جسم میں  $10 \text{ ms}^{-2}$  کا ایکسلریشن پیدا کرتی ہے۔ یہ فورس 8 kg ماس کے جسم میں کتنا ایکسلریشن پیدا کرے گی؟

حل

یہاں

$$m_1 = 5 \text{ kg}$$

$$m_2 = 8 \text{ kg}$$

$$a_1 = 10 \text{ ms}^{-2}$$

$$a_2 = ?$$

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$$F = m_1 a_1$$

$$F = m_2 a_2$$

مندرجہ بالا مساواتوں کا موازنہ کرنے پر

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

$$(5 \text{ kg}) (10 \text{ ms}^{-2}) = (8 \text{ kg}) a_2$$

$$a_2 = 6.25 \text{ ms}^{-2}$$

پس 8 kg ماس کے جسم میں پیدا ہونے والا ایکسلریشن  $6.25 \text{ ms}^{-2}$  ہے۔

## مثال 3.3

$3 \text{ ms}^{-2}$  کے ایکسلریشن سے بائیکل چلانے کے لیے 40 kg ماس والا بائیکل سوار 200 N کی فورس لگاتا ہے۔ سڑک اور ٹائرز کے درمیان فرکشن کی فورس کتنی ہے؟

حل

یہاں

$$m = 40 \text{ kg}$$

$$a = 3 \text{ ms}^{-2}$$

$$F_o = 200 \text{ N}$$

$$F = ?$$

$$f = ?$$

$$F = m a$$

ہم جانتے ہیں کہ

$$= 40 \text{ kg} \times 3 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 120 \text{ N}$$

$$\therefore \text{فرکشن کی فورس} - \text{لگائی گئی فورس} = \text{نیٹ فورس}$$



$$120 \text{ N} = 200 \text{ N} - f$$

$$f = 80 \text{ N}$$

پس سڑک اور ٹائروں کے درمیان فرکشن کی فورس 80N ہے۔

### ماس اور وزن (Mass and Weight)

عام طور پر ماس اور وزن ایک جیسی مقدار میں تصور کی جاتی ہیں۔ لیکن یہ درست نہیں ہے۔ یہ دو مختلف قسم کی مقداریں ہیں۔ کسی جسم میں مادہ کی مقدار کو اس جسم کا ماس کہتے ہیں۔ یہ ایک سکیلر مقدار ہے اور جسم کو ایک جگہ سے دوسری جگہ لے جانے سے تبدیل نہیں ہوتی۔ اسے عام ترازو یا ایم بیلنس کے ذریعے معیاری ماسز سے موازنہ کر کے معلوم کیا جاتا ہے۔

اس کے برعکس کسی جسم کا وزن دراصل اس پر عمل کرنے والی گریویٹیشنل فورس ہے۔ زمین پر کسی جسم کا وزن وہ فورس ہے جس سے زمین اس جسم کو اپنی طرف کھینچتی ہے۔ یہ گریویٹیشنل ایکسلریشن  $g$  پر منحصر ہے اور جگہ بدلنے سے اس کی مقدار تبدیل ہو جاتی ہے۔ کسی جسم کے وزن  $w$  اور ماس  $m$  کے درمیان مندرجہ ذیل تعلق ہے۔

$$w = mg \quad \dots \dots \dots (3.5)$$

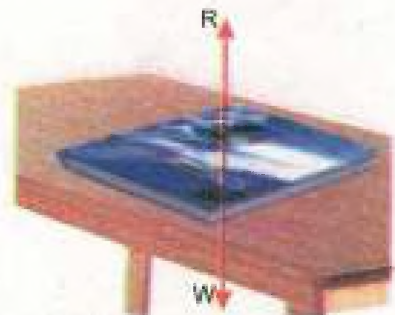
وزن ایک فورس ہے۔ اس لیے یہ ایک ویکٹر مقدار ہے۔ SI میں اس کا یونٹ نیوٹن (N) ہے جیسا کہ فورس کا یونٹ ہوتا ہے۔ اسے سپرنگ بیلنس کے ذریعہ معلوم کیا جاتا ہے۔ جیسا کہ شکل (3.7) میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 3.7: فورس یا جسم کے وزن کو سپرنگ بیلنس کے ذریعے ماپا جاتا ہے۔

### نیوٹن کا تیسرا قانون (Newton's Third Law of Motion)

نیوٹن کا تیسرا قانون اس رد عمل (reaction) سے متعلق ہے جو ایک جسم اس وقت ظاہر کرتا ہے جب اس پر کوئی فورس عمل پیرا ہو۔ فرض کریں کہ ایک جسم A ایک دوسرے جسم B پر فورس لگاتا ہے۔ عین اسی وقت جسم B بھی ری ایکشن کے طور پر جسم A پر فورس لگاتا ہے۔ وہ فورس جو جسم A نے جسم B پر لگائی ایکشن کہلاتی ہے۔ جسم B کی جسم A پر عمل کرنے والی فورس ری ایکشن کہلاتی ہے۔ نیوٹن کے تیسرے



شکل 3.8: ایکشن اور ری ایکشن کے درمیان تعلق کا بیان کیا جاتا ہے۔

ہر ایکشن کا ہمیشہ ایک ری ایکشن ہوتا ہے جو مقدار میں ایکشن کے مساوی لیکن سمت میں اس کے مخالف ہوتا ہے۔

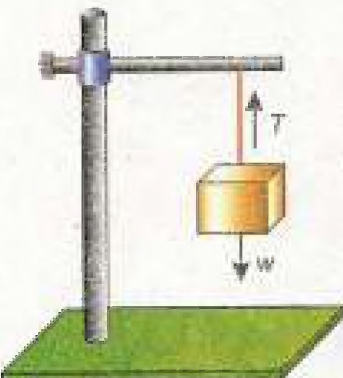




شکل 3.9: غبارے سے باہر نکلنے والی ہوا کا ری ایکشن اسے مخالف سمت میں حرکت دیتا ہے۔



شکل 3.10: اوپر اٹھتا ہوا راکٹ



شکل 3.11: بلاک کا وزن ڈوری کو نیچے کی جانب کھینچتا ہے۔

اس قانون کے مطابق ہر ایکشن کے ساتھ ہمیشہ ایک ری ایکشن کی فورس بھی موجود ہوتی ہے اور یہ دونوں فورسز مقدار میں برابر لیکن مخالف سمت میں ہوتی ہیں۔ خیال رہے کہ ایکشن اور ری ایکشن ایک ہی جسم پر نہیں ہوتے بلکہ یہ دو مختلف اجسام پر عمل کرتے ہیں۔

شکل (3.8) میں میز پر رکھی ہوئی ایک کتاب دکھائی گئی ہے۔ کتاب کا وزن نیچے کی سمت میں میز پر عمل کر رہا ہے۔ یہ ایکشن ہے۔ میز کا ری ایکشن کتاب پر اوپر کی سمت میں عمل کر رہا ہے۔ ایک اور مثال پر غور کریں۔ ایک ہوا سے بھرا ہوا غبارہ لیں۔ جب غبارے کو آزاد کیا جاتا ہے تو اس میں موجود ہوا تیزی سے باہر آتی ہے جس کے باعث غبارہ آگے کی طرف حرکت کرتا ہے۔ اس مثال میں غبارے کا ایکشن ہوا پر ہے جس کے نتیجے میں وہ غبارے سے خارج ہوتی ہے۔ باہر نکلتی ہوئی ہوا کا ری ایکشن غبارے پر ہوتا ہے جس کی وجہ سے غبارہ آگے کی طرف حرکت کرتا ہے۔

ایک راکٹ جیسا کہ شکل (3.10) میں دکھایا گیا ہے اسی اصول پر حرکت کرتا ہے۔ جب ایندھن جلا یا جاتا ہے تو انتہائی گرم گیسز تیز رفتاری سے اس کے زیریں حصہ سے خارج ہوتی ہیں۔ گیسز کے اس عمل کا ری ایکشن راکٹ میں حرکت کا سبب بنتا ہے۔

### کوئیک کویز (Quick Quiz)

اپنی پھیلائی ہوئی اور اس پر ایک کتاب رکھیں۔

1. کتاب کو گرنے سے روکنے کے لیے آپ کو کتنی فورس لگانے کی ضرورت پیش آتی ہے؟

2. اس میں ایکشن کیا ہے؟

3. کیا کوئی ری ایکشن ہے؟ اگر ہے تو اس کی سمت کیا ہے؟

### ڈوری میں ٹینشن اور ایکسلریشن

فرض کریں ایک بلاک ڈوری کے ساتھ لٹکا یا گیا ہے۔ ڈوری کا اوپر والا سرا ایک شیڈ سے بندھا ہے جیسا کہ شکل (3.11) میں دکھایا گیا ہے۔ فرض کریں کہ بلاک کا وزن  $W$  ہے۔ بلاک ڈوری کو اپنے وزن سے نیچے کی طرف کھینچتا ہے۔ اس کی وجہ سے دھاگے میں ٹینشن یا تناؤ پیدا ہوتا ہے۔ بلاک پر یہ ٹینشن اوپر کی جانب عمل



کرتا ہے۔ کیونکہ بلاک ریست کی حالت میں ہے۔ اس لیے نیچے کی جانب عمل کرنے والا بلاک کا وزن اوپر کی سمت میں عمل کرنے والے ٹینشن  $T$  سے بیلنس ہو رہا ہے۔ لہذا ڈوری میں ٹینشن  $T$  بلاک کے وزن کے برابر اور مخالف ہوگا۔

### ڈوری سے منسلک اجسام کی حرکت

#### (الف) جب اجسام عموداً حرکت کرتے ہیں

فرض کریں کہ دو اجسام A اور B کا ماس بالترتیب  $m_1$  اور  $m_2$  ہے۔ جبکہ ماس  $m_1$ ، ماس  $m_2$  سے بڑا ہے۔ یہ دونوں اجسام بے لچک ڈوری کے سروں سے منسلک ہیں جس میں ٹینشن  $T$  کی تبدیلی سے اس کی لمبائی میں تبدیلی نہیں آتی۔ ڈوری ایک بے فرکشن (frictionless) پلکی کے اوپر سے گزر رہی ہے۔ جیسا کہ شکل (3.12) میں دکھایا گیا ہے۔ جسم A بھاری ہونے کی وجہ سے ایکسلریشن  $a$  کے ساتھ نیچے کی جانب حرکت کرے گا۔ عین اسی وقت جسم B اسی ایکسلریشن  $a$  سے اوپر کی جانب حرکت کرے گا۔ کیونکہ پلکی بے فرکشن ہے، اس لیے ڈوری میں ہر جگہ ٹینشن یونیفارم ہوگا۔

کیونکہ جسم A نیچے کی طرف حرکت کرتا ہے اس لیے اس کا وزن  $m_1 g$  ٹینشن  $T$  سے زیادہ ہوگا۔ پس جسم A پر عمل کرنے والی نیٹ فورس  $m_1 g - T$  ہوگی۔ نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$$m_1 g - T = m_1 a \quad \dots \dots \dots (3.6)$$

کیونکہ جسم B اوپر کی طرف حرکت کرتا ہے اس لیے اس کا وزن  $m_2 g$  ڈوری میں ٹینشن  $T$  سے کم ہوگا۔ پس جسم B پر عمل کرنے والی فورس  $T - m_2 g$  ہوگی۔ نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

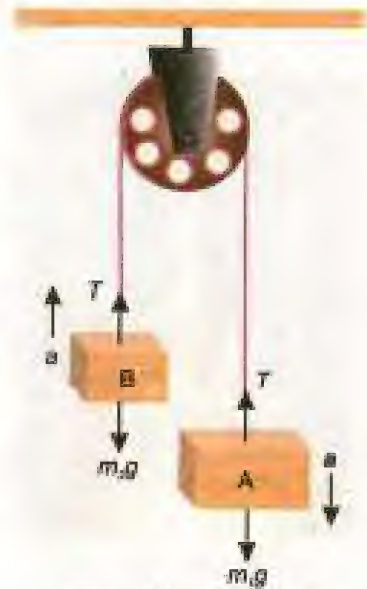
$$T - m_2 g = m_2 a \quad \dots \dots \dots (3.7)$$

ایکسلریشن  $a$  معلوم کرنے کے لیے مساوات (3.6) اور (3.7) کو جمع کریں۔

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g \quad \dots \dots \dots (3.8) \quad \text{پس}$$

ٹینشن  $T$  معلوم کرنے کے لیے مساوات (3.7) کو مساوات (3.6) سے تقسیم کریں۔ پس

$$T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g \quad \dots \dots \dots (3.9)$$



شکل 3.12: پلکی پر سے گزرنے والی ڈوری سے منسلک دو اجسام کی حرکت



مندرجہ بالا سسٹم کو ایٹ ڈمشین (Atwood machine) بھی کہتے ہیں۔ اسے گریویٹیشنل ایکسلریشن  $g$  کی قیمت معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ مساوات (3.8) کی مدد سے

$$g = \frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2} a$$

مثال 3.4

ایک بے چلک ڈوری کے سروں سے  $5.2 \text{ kg}$  اور  $4.8 \text{ kg}$  کے دو ماسز منسلک ہیں۔ ڈوری ایک بے فرکشن پلے کے اوپر سے گزرتی ہے۔ اس سسٹم میں ایکسلریشن اور ٹینشن معلوم کریں جبکہ دونوں ماسز عموداً حرکت کر رہے ہوں۔

حل

کیا آپ جانتے ہیں؟

ایٹ ڈمشین دو غیر مساوی ماسز کے اجسام کے سسٹم پر مشتمل ہوتی ہے۔ جیسا کہ شکل (3.12) میں دکھایا گیا ہے۔ دونوں اجسام ایک ڈوری کے سروں سے منسلک ہوتے ہیں۔ یہ ڈوری ایک بے فرکشن پلے کے اوپر سے گزرتی ہے۔ اس سسٹم کو بعض اوقات گریویٹیشنل ایکسلریشن  $g$  کی قیمت معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

$$m_1 = 5.2 \text{ kg}$$

$$m_2 = 4.8 \text{ kg}$$

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g \quad \text{کیونکہ}$$

$$a = \frac{5.2 \text{ kg} - 4.8 \text{ kg}}{5.2 \text{ kg} + 4.8 \text{ kg}} \times 10 \text{ ms}^{-2} \quad \text{اس لیے}$$

$$a = 0.4 \text{ ms}^{-2}$$

$$T = \frac{2 m_1 m_2}{m_1 + m_2} g \quad \text{کیونکہ}$$

$$T = \frac{2 \times 5.2 \text{ kg} \times 4.8 \text{ kg}}{5.2 \text{ kg} + 4.8 \text{ kg}} \times 10 \text{ ms}^{-2} \quad \text{اس لیے}$$

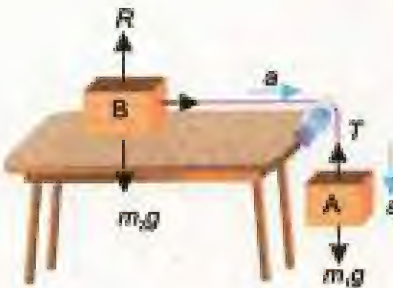
$$T = 50 \text{ N}$$

پس اس سسٹم کا ایکسلریشن  $0.4 \text{ ms}^{-2}$  ہے اور ڈوری میں ٹینشن  $50 \text{ N}$  ہے۔

(ب) جب ایک جسم عموداً اور دوسرا افقی سمت میں حرکت کرے

فرض کریں کہ دو اجسام A اور B کا ماس بالترتیب  $m_1$  اور  $m_2$  ہے اور وہ

ایک بے چلک ڈوری کے سروں سے منسلک ہیں۔ فرض کریں کہ جسم A نیچے کی جانب ایکسلریشن  $a$  سے حرکت کر رہا ہے۔ کیونکہ ڈوری میں ٹینشن کی تبدیلی سے اس کی لمبائی میں فرق نہیں آتا۔ اس لیے جسم B بھی افقی سطح پر ایکسلریشن  $a$  سے ہی حرکت کرے گا۔ کیونکہ پلے بے فرکشن ہے اس لیے ڈوری میں ٹینشن یونیفارم ہوگا۔



شکل 3.13: ایک بے فرکشن ڈوری کے سروں سے منسلک دو اجسام کی حرکت



چونکہ جسم A نیچے کی جانب حرکت کرتا ہے اس لیے یہاں پر اس کا وزن  $m_1 g$  ڈوری میں ٹینشن  $T$  سے زیادہ ہوگا۔ پس جسم A پر عمل کرنے والی نیٹ فورس  $m_1 g - T$  ہوگی۔

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$$m_1 g - T = m_1 a \quad \dots \quad (3.10)$$

جسم B پر عمل کرے والی فورسز درج ذیل ہیں۔

(i) نیچے کی جانب عمل کرنے والا جسم B کا وزن  $m_2 g$

(ii) جسم B پر اوپر کی جانب عمل کرنے والا افقی سطح کا ردی ایکشن  $R$

(iii) جسم B کو ہموار سطح پر افقی سمت میں کھینچنے والا ڈوری میں ٹینشن  $T$

کیونکہ جسم B میں کوئی عمودی حرکت نہیں ہے۔ اس لیے عمودی فورسز  $m_2 g$  اور  $R$  کا ریزلٹ صفر ہوگا۔ پس جسم B پر عمل کرنے والی نیٹ فورس ٹینشن  $T$  ہے۔

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$$T = m_2 a \quad \dots \quad (3.11)$$

مساوات (3.10) اور (3.11) کو جمع کرنے سے  $a$  کی قیمت معلوم کی جا

سکتی ہے۔

$$a = \frac{m_1}{m_1 + m_2} g \quad \dots \quad (3.12)$$

$a$  کی قیمت مساوات (3.11) میں درج کرنے سے

$$T = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g \quad \dots \quad (3.13)$$

### مثال 3.5

دو اجسام جن کے ماسز بالترتیب 4 kg اور 6 kg ہیں۔ ایک بے چلک ڈوری کے سروں سے منسلک ہیں جو ایک بے فرکشن پلی کے اوپر سے گزرتی ہے۔ ایک جسم جس کا ماس 6 kg ہے ایک افقی بے فرکشن سطح پر حرکت کر رہا ہے جبکہ دوسرا جسم جس کا ماس 4 kg ہے عموداً نیچے کی طرف حرکت کر رہا ہے۔ اس سسٹم کا ایکسلریشن اور ٹینشن معلوم کریں۔

حل

$$m_1 = 4 \text{ kg}$$

$$m_2 = 6 \text{ kg}$$



$$a = \frac{m_1}{m_1 + m_2} g \quad \text{کیونکہ}$$

$$a = \frac{4 \text{ kg}}{4 \text{ kg} + 6 \text{ kg}} \times 10 \text{ ms}^{-2} \quad \text{اس لیے}$$

$$a = 4 \text{ ms}^{-2}$$

$$T = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g \quad \text{کیونکہ}$$

$$T = \frac{4 \text{ kg} \times 6 \text{ kg}}{4 \text{ kg} + 6 \text{ kg}} \times 10 \text{ ms}^{-2} \quad \text{اس لیے}$$

$$T = 24 \text{ N}$$

پس سسٹم کا ایکسلریشن  $4 \text{ ms}^{-2}$  ہے اور ڈوری میں ٹینشن  $24 \text{ N}$  ہے۔

### فوریس اور موئیٹم (Force and Momentum)

فرض کریں کہ ایک جسم جس کا ماس  $m$  ہے ابتدائی ولائی  $v_i$  سے حرکت کر رہا ہے۔ اس پر ایک فورس  $F$  عمل کرتی ہے اور اس میں ایکسلریشن  $a$  پیدا کرتی ہے۔ جسم کی وجہ سے اس کی ولائی تبدیل ہو جاتی ہے۔ فرض کریں کہ  $t$  وقت کے بعد اس کی آخری ولائی  $v_f$  ہو جاتی ہے۔ اگر  $P_i$  اور  $P_f$  جسم کے بالترتیب ابتدائی اور آخری موئیٹم ہوں تو

$$P_i = mv_i$$

اور

$$P_f = mv_f$$

$$\text{ابتدائی موئیٹم} - \text{آخری موئیٹم} = \text{موئیٹم میں تبدیلی} \quad \text{اس لیے}$$

$$P_i - P_f = mv_i - mv_f \quad \text{یا}$$

لہذا موئیٹم میں تبدیلی کی شرح حسب ذیل ہوگی۔

$$\begin{aligned} \frac{P_i - P_f}{t} &= \frac{mv_i - mv_f}{t} \\ &= m \frac{v_i - v_f}{t} \end{aligned}$$

لیکن  $\frac{v_i - v_f}{t}$  ولائی میں تبدیلی کی شرح ہے جو فورس  $F$  کے ذریعہ پیدا

ہونے والے ایکسلریشن  $a$  کے برابر ہوگی۔ اس لیے

$$\frac{P_i - P_f}{t} = ma$$

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

#### مفید معلومات

نازک اشیاء مثلاً شیشے سے بنی ہوئی چیزوں کو مناسب ستیر ملی مثلاً سٹار فوم کے رگڑ یا سیلز (cells) والی پٹی نصین کی شیشے وغیرہ کے ساتھ پیک کیا جاتا ہے۔



ان ہتھیار کے سیلز میں موجود ہوا ان کو چلک دہراؤ نرم بنا دیتا ہے۔ کسی حادثہ کی صورت میں یہ ہوا سے گھرے سیلز نازک اشیاء سے ٹکراؤ کے وقت میں اضافہ کر دیتے ہیں۔ جس کی وجہ سے موئیٹم میں تبدیلی کی شرح میں کمی آ جاتی ہے۔ اس طرح ٹکراؤ کے دوران میں نکلنے والی فورس کا اثر کم ہو جاتا ہے اور حادثہ کے دوران نازک اشیاء کے ٹوٹنے کا امکان کم ہو جاتا ہے۔



$$F = ma$$

$$\text{یا} \quad \frac{P_f - P_i}{t} = F \quad \dots \dots \dots (3.14)$$

مساوات (3.14) بھی فورس سے متعلق ہے۔ اس کی بنیاد پر ہم نیوٹن کے موشن کے دوسرے قانون کو مندرجہ ذیل الفاظ میں بیان کر سکتے ہیں۔

کسی جسم کے مومینٹم میں تبدیلی کی شرح اس فورس کے برابر ہوتی ہے جو اس پر عمل کرتی ہے۔ نیز مومینٹم کی یہ تبدیلی فورس کی سمت میں ہوتی ہے۔

مساوات (3.14) کے مطابق سسٹم انٹرنیشنل (SI) میں مومینٹم کا یونٹ Ns ہے جو کہ  $\text{kgms}^{-1}$  کے برابر ہے۔

### مثال 3.6

5 کلوگرام ماس کا ایک جسم  $10 \text{ms}^{-1}$  کی ولاسٹی سے حرکت کر رہا ہے۔ اس کو 2 سیکنڈ میں روکنے کے لیے درکار فورس معلوم کریں۔

$$m = 5 \text{ kg}$$

$$v_i = 10 \text{ ms}^{-1}$$

$$v_f = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$t = 2 \text{ s}$$

$$F = ?$$

$$P_i = 5 \text{ kg} \times 10 \text{ ms}^{-1}$$

$$= 50 \text{ Ns}$$

$$P_f = 5 \text{ kg} \times 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$= 0 \text{ Ns}$$

$$F = \frac{P_f - P_i}{t}$$

$$\text{کیونکہ}$$

$$\text{اس لیے}$$

$$= \frac{0 \text{ Ns} - 50 \text{ Ns}}{2 \text{ s}}$$

$$= -25 \text{ N}$$

پس جسم کو روکنے کے لیے درکار فورس 25N ہے۔ منفی کی علامت ظاہر کرتی ہے کہ اس فورس کی سمت جسم کی موشن کی سمت کے مخالف ہوگی۔

مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون (Law of Conservation of Momentum)

کسی سسٹم کے مومینٹم کا انحصار اس کے ماس اور ولاسٹی پر ہوتا ہے۔ ایک

### مفید معلومات

جیز رفتار گاڑیوں کے حادثے کی صورت میں ٹکراؤ کی فورس بہت زیادہ ہوتی ہے۔ کیونکہ روکنے کے لیے وقت بہت کم ہوتا ہے۔ حفاظتی اقدام کے طور پر گاڑی میں آگے اور پیچھے کراشل زون (crumple zone) ہوتے ہیں جو حادثے کی صورت میں دب جاتے ہیں اور مسافروں کو محفوظ رکھتے ہیں۔



کراشل زونز کے دہنے کی وجہ سے ٹکراؤ کے وقت میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ جس کے نتیجے میں ٹکراؤ کی فورس کا اثر کافی مدد تک کم ہو جاتا ہے اور اس طرح مسافر خطرناک مدد تک ڈھکی ہوئے سے بچا جاتے ہیں۔

### مفید معلومات

کسی حادثے کی صورت میں اگر کسی آدمی نے گاڑی چلاتے ہوئے سیٹ بیلٹ نہیں پہنی ہوگی تو وہ اس وقت تک اپنی حرکت کو جاری رکھے گا جب تک کہ اس کے سامنے والی کوئی شے اسے روک نہ دے۔ یہ شے دھڑا سکرین، کوئی دوسرا مسافر یا اس کے سامنے والی سیٹ کی جھلی سائیڈ ہو سکتی ہے۔ سیٹ بیلٹ دو طرح سے کارآمد ہوتے ہیں۔

☆ یہ سیٹ بیلٹ پہنے ہوئے آدمی کو ہردنی فورس صیاد کرتے ہیں۔

☆ سیٹ بیلٹ کو سمجھنے کے لیے اضافی وقت درکار ہوتا ہے۔ اس سے مومینٹم میں تبدیلی کا وقت بڑھ جاتا ہے اور تصادم کا اثر کم ہو جاتا ہے۔



سسٹم کئی اجسام کا مجموعہ ہوتا ہے جس کی حدود واضح ہوتی ہیں۔ ایک آئسولیٹڈ سسٹم (isolated system) باہم ٹکرانے والے ایسے اجسام کا مجموعہ ہوتا ہے جن پر کوئی بیرونی فورس عمل نہ کر رہی ہو۔ اگر کسی سسٹم پر کوئی غیر متوازی یا نیٹ فورس عمل نہ کرے تو مساوات (3.14) کے مطابق اس کا مومینٹم کونسلٹنٹ ہی ہوگا۔ پس آئسولیٹڈ سسٹم کا مومینٹم ہمیشہ بغیر تبدیلی کے قائم رہتا ہے۔ یہی مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون ہے۔ جسے اس طرح سے بیان کیا جاتا ہے۔

آپس میں ٹکرانے والے دو یا دو سے زیادہ اجسام پر مشتمل آئسولیٹڈ سسٹم کا مومینٹم ہمیشہ کونسلٹنٹ رہتا ہے۔



ہوا سے بھرے ہوئے غبارے کی مثال پر غور کریں۔ غبارہ اور اس میں بھری ہوئی ہوا ایک سسٹم بناتے ہیں۔ غبارے کو چھوڑنے سے قبل یہ سسٹم ریسٹ میں تھا۔ اس لیے اس کا ابتدائی مومینٹم صفر تھا۔ جیسے ہی غبارے کو چھوڑا گیا اس میں خارج ہونے والی ہوا اپنی ولاسٹی کے باعث مومینٹم حاصل کرتی ہے۔ مومینٹم کی ابتدائی قیمت برقرار رکھنے کے لیے غبارہ باہر نکلنے والی ہوا کی مخالف سمت میں حرکت کرتا ہے۔

$m_1$  اور  $m_2$  ماس کی دو گیندیں لیں جیسا کہ شکل (3.14) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ گیندیں ایک سیدھی لائن میں بالترتیب  $u_1$  اور  $u_2$  کی ابتدائی ولاسٹی سے حرکت کر رہی ہیں۔ جبکہ  $m_1$  کی ولاسٹی  $u_1$  ماس  $m_2$  کی ولاسٹی  $u_2$  سے زیادہ ہے۔ جیسے جیسے یہ گیندیں آگے بڑھ رہی ہیں  $m_1$  ماس کی گیند  $m_2$  ماس کی گیند کے قریب ہوتی جا رہی ہے۔

$$\text{ماس } m_1 \text{ کا ابتدائی مومینٹم} = m_1 u_1$$

$$\text{ماس } m_2 \text{ کا ابتدائی مومینٹم} = m_2 u_2$$

$$\dots (3.15) \quad \text{ٹکرانے سے قبل سسٹم کا کل ابتدائی مومینٹم} = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

کچھ دیر کے بعد ماس  $m_1$  والی گیند کسی فورس کے ساتھ ماس  $m_2$  والی گیند سے ٹکرائے گی۔ نیوٹن کے تیسرے قانون کے مطابق ماس  $m_2$  برابر مگر مخالف سمت میں ایک ری ایکشن ماس  $m_1$  پر لگائے گی۔ فرض کریں کہ ٹکرانے کے بعد  $m_1$  اور  $m_2$  کی ولاسٹیز بالترتیب  $v_1$  اور  $v_2$  ہو جاتی ہیں۔ پس

$$\text{ماس } m_1 \text{ کا آخری مومینٹم} = m_1 v_1$$

$$\text{ماس } m_2 \text{ کا آخری مومینٹم} = m_2 v_2$$



$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (3.16)$$

موہیتم کے کنزرویشن کے قانون کے مطابق

نگرانے کے بعد سسٹم کا کل آخری موہیتم = نگرانے سے قبل سسٹم کا کل ابتدائی موہیتم

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2 \quad (3.17)$$

مساوات (3.17) سے ظاہر ہے کہ نگرانے سے قبل اور نگرانے کے بعد ایک آئیسولیڈ سسٹم کا کل موہیتم یکساں رہتا ہے۔ اسے موہیتم کے کنزرویشن کا قانون کہتے ہیں۔ موہیتم کے کنزرویشن کا قانون فزکس کا ایک بہت اہم قانون ہے۔ اس کے اطلاق کا دائرہ انتہائی وسیع ہے۔

بندوق اور گولی کے سسٹم پر غور کریں۔ بندوق چلانے سے قبل بندوق اور گولی دونوں ریست میں ہیں۔ اس لیے سسٹم کا کل ابتدائی موہیتم صفر ہے۔ جیسے ہی بندوق سے فائر کیا جاتا ہے، گولی تیزی کے ساتھ باہر نکلتی ہے اور اس طرح کچھ موہیتم حاصل کرتی ہے۔ سسٹم کا موہیتم کونسٹنٹ رکھنے کے لیے بندوق جھٹکے سے پیچھے کی طرف حرکت کرتی ہے۔ موہیتم کے کنزرویشن کے قانون کے مطابق فائر کے بعد بھی بندوق اور گولی کا کل موہیتم صفر ہوگا۔ فرض کریں کہ گولی کا ماس  $m$  ہے اور فائر کے وقت اس کی ولاسٹی  $v$  ہے جبکہ بندوق کا ماس  $M$  ہے اور جس ولاسٹی سے یہ پیچھے کی طرف جاتی ہے وہ  $V$  ہے۔ اس لیے فائر کے بعد بندوق اور گولی کا کل موہیتم صفر ہوگا۔

$$\left[ \begin{array}{l} \text{بندوق چلانے کے بعد گولی} \\ \text{اور بندوق کا کل موہیتم} \end{array} \right] = M V + m v \quad (3.18)$$

موہیتم کے کنزرویشن کے قانون کے مطابق

$$\left[ \begin{array}{l} \text{بندوق چلانے کے بعد} \\ \text{بندوق اور گولی کا کل موہیتم} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{l} \text{بندوق چلانے سے پہلے} \\ \text{بندوق اور گولی کا کل موہیتم} \end{array} \right]$$

$$M V + m v = 0$$

$$M V = - m v$$

$$V = - \frac{m}{M} v \quad (3.19)$$

مساوات (3.19) بندوق کی ولاسٹی کو ظاہر کرتی ہے۔ منفی کی علامت ظاہر



کرتی ہے کہ بندوق کی ولاسٹی کی سمت گولی کی ولاسٹی کے مخالف ہے۔ یعنی بندوق پیچھے کی طرف جاتی ہے، یعنی ریکوائل (recoil) کرتی ہے۔ کیونکہ بندوق کا ماس گولی کے ماس کے مقابلہ میں بہت زیادہ ہوتا ہے اس لیے بندوق کے ریکوائل کی ولاسٹی گولی کی ولاسٹی کے مقابلہ میں بہت کم ہوتی ہے۔

راکت اور جیٹ انجن بھی اسی اصول پر کام کرتے ہیں۔ ان مشینوں میں ایندھن کے جلنے سے جو گرم گیسز پیدا ہوتی ہیں وہ بے انتہا مومنتم سے باہر نکلتی ہیں۔ مشین اس کے مساوی مگر مخالف سمت میں مومنتم حاصل کرتی ہے جو انہیں بہت تیز چھڑے مومنت کے قابل بناتا ہے۔

### مثال 3.7

ایک 20 گرام ماس کی گولی کی ولاسٹی بندوق کی ٹالی سے نکلتے وقت  $100 \text{ ms}^{-1}$  ہے۔ بندوق کے ریکوائل کی ولاسٹی معلوم کریں جبکہ اس کا ماس 5 kg ہے۔

حل

$$m = 20 \text{ g} = 0.02 \text{ kg}$$

$$v = 100 \text{ ms}^{-1}$$

$$M = 5 \text{ kg}$$

$$V = ?$$

مومنتم کے کنزرویشن کے قانون کے مطابق

$$MV + mv = 0$$

قیمتیں درج کرنے پر

$$5 \text{ kg} \times V + (0.02 \text{ kg}) \times (100 \text{ ms}^{-1}) = 0$$

$$\therefore 5 \text{ kg} \times V = - (0.02 \text{ kg}) \times (100 \text{ ms}^{-1})$$

$$\therefore V = - \frac{(0.2 \text{ kg}) \times (100 \text{ ms}^{-1})}{5 \text{ kg}}$$

$$= - 0.4 \text{ ms}^{-1}$$

منفی کی علامت ظاہر کرتی ہے کہ بندوق  $0.4 \text{ ms}^{-1}$  کی ولاسٹی سے ریکوائل کرتی ہے۔ یعنی بندوق گولی کی مخالف سمت میں حرکت کرتی ہے۔

### 3.3 فرکشن (Friction)

کیا آپ نے کبھی غور کیا کہ فرش پر لڑھکائی ہوئی گیند کیوں رگ جاتی ہے؟



جب ایک بائیکل سوار پیڈلز پر زور لگانا بند کر دیتا ہے تو بائیکل کیوں رک جاتی ہے؟ یہ ایک قدرتی امر ہے کہ ایک ایسی فورس ہونی چاہیے جو متحرک اجسام کو روک سکے۔ کیونکہ فورس نہ صرف ایک جسم کو حرکت دیتی ہے بلکہ متحرک جسم کو روکتی بھی ہے۔

وہ فورس جو دو سطحوں کے مابین موشن میں مزاحمت پیدا کرتی ہے، فرکشن کہلاتی ہے۔



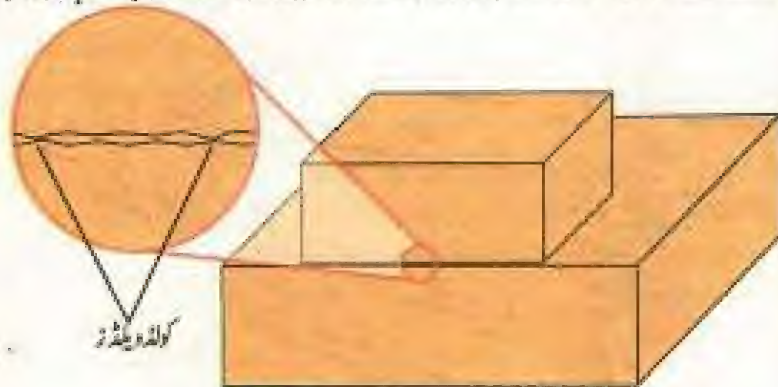
شکل 3.15: فرکشن پر قابو پانے کے لیے ایک بائیکل سوار مسلسل پیڈلز پر زور لگاتا ہے۔

جیسے ہی ہم کسی جسم کو دھکیلتے ہیں یا کھینچتے ہیں، فرکشن کی فورس کا عمل شروع ہو جاتا ہے۔ ٹھوس اجسام کی صورت میں دو اجسام کے درمیان فرکشن کی فورس بہت سے عوامل پر منحصر ہوتی ہے۔ مثلاً دو آپس میں ملی ہوئی (in contact) سطحوں کی نوعیت اور ایک سطح کو دوسری سطح پر دبانے والی فورس۔ اپنی ہتھیلی کو مختلف سطحوں مثلاً میز، قالین، پالش کی ہوئی سنگ مرمر کی سطح اور اینٹ وغیرہ پر رگڑیں۔ آپ دیکھیں گے کہ سطح جتنی ہموار ہوگی ہتھیلی کو حرکت دینا اتنا ہی آسان ہوگا۔ مزید یہ کہ جتنا زیادہ آپ ہتھیلی کو اس سطح پر دبا کریں گے ہتھیلی کو حرکت دینا اتنا ہی مشکل ہوگا۔



شکل 3.16: پلٹے پاؤں کے دوران زمین کو پیچھے کی طرف دھکیلنے کے لیے فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے۔

فرکشن حرکت کی مخالفت کیوں کرتی ہے؟ کوئی سطح مکمل طور پر ہموار نہیں ہوتی۔ ایک بظاہر ہموار سطح مائیکرو سکوپ سے مشاہدہ کرنے پر ناہموار نظر آتی ہے۔ اس میں چھوٹے چھوٹے گڑھے اور ابھری ہوئی جگہیں نظر آتی ہیں۔ شکل (3.17) میں دو کلسٹری کے بلاکس کی ملی ہوئی ہموار سطحوں کا مائیکرو سکوپ کے ذریعہ معائنہ کیا گیا۔ اس سے پتہ چلا کہ ان دونوں سطحوں کے درمیان اتصال کے پوائنٹس پر ایک قسم کے کولڈ ویلڈز (cold welds) بن جاتے ہیں۔ یہ کولڈ ویلڈز ایک سطح کو دوسری سطح پر حرکت دینے میں رکاوٹ پیدا کرتے ہیں۔ اوپر والے بلاک پر مزید وزن شامل کرنے سے دونوں سطحوں کے درمیان دبانے والی فورس میں اضافہ ہو جاتا ہے اس وجہ



شکل نمبر 3.17: دو سطحوں کے اتصال کے مقام کا میکنی فائبر ویج



خالف دیواروں کو ہتھیلیوں اور پیروں کے نیچوں سے دبانے پر فرکشن میں اضافہ ہوتا ہے، جو لوہے کے گولہ وار پر اوپر چڑھنے کے قابل بناتا ہے۔



چند عام میٹیریلز کے درمیان کوائیفیٹ آف فرکشن

میٹیریلز	$\mu_s$
گلاس اور گلاس	0.9
گلاس اور پتلا	0.5 - 0.7
برف اور لکڑی	0.05
لوہا اور لوہا	1.0
ریز اور سٹیل	0.6
سٹیل اور سٹیل	0.8
چمڑا اور خشک روڈ	1
چمڑا اور گیلیا روڈ	0.2
لکڑی اور لکڑی	0.25 - 0.6
لکڑی اور پتلا	0.2 - 0.6
لکڑی اور سٹیل	0.62

سے مزاحمت میں بھی اضافہ ہو جاتا ہے۔ پس جتنی دبانے والی فورس زیادہ ہوگی اتنی ہی ایک دوسرے پر حرکت کرتی ہوئی سطحوں کے درمیان فرکشن زیادہ ہوگی۔

سٹیک فرکشن اس لگائی گئی فورس کے برابر ہوتی ہے جو ایک ریست میں پڑے ہوئے جسم کو موشن میں لانے کی کوشش کرتی ہے۔ لگائی جانے والی فورس میں اضافہ کے ساتھ سٹیک فرکشن بھی بڑھتی ہے۔ لیکن سٹیک فرکشن ایک خاص حد تک بڑھ سکتی ہے۔ سٹیک فرکشن کی زیادہ سے زیادہ مقدار  $f_s(\max)$  کو انتہائی فرکشن (limiting friction) کہتے ہیں۔ یہ دو سطحوں کو آپس میں دبانے والی فورس (ٹارمل ری ایکشن) پر منحصر ہوتی ہے۔ دو مخصوص سطحوں کے لیے انتہائی فرکشن اور ٹارمل ری ایکشن کا تناسب ایک کونسٹنٹ ہوتا ہے جسے فرکشن کا کوائیفیٹ (coefficient of friction) کہتے ہیں۔ اسے  $\mu$  سے ظاہر کرتے ہیں۔ پس

$$\mu = \frac{F_s}{R} \dots \dots \dots (3.20)$$

$$F_s = \mu R \dots \dots \dots (3.21)$$


یا اگر بلاک کا ماس  $m$  ہو تو افقی سطح کے لیے

$$R = mg \dots \dots \dots (3.22)$$

$$F_s = \mu mg \dots \dots \dots (3.23)$$

زمین پر چلنے کے لیے فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے۔ ہموار تلوں (soles) والے جوتے پہن کر گیلے فرش پر دوڑنا خطرناک ہوتا ہے۔ اٹھلیٹس خاص قسم کے جوتے استعمال کرتے ہیں جن کی زمین کے ساتھ گرفت غیر معمولی ہوتی ہے۔ ایسے جوتے انہیں تیز دوڑنے کے دوران گرنے سے محفوظ رکھتے ہیں۔ اپنی بائیسکل کو روکنے کے لیے ہم کیا کرتے ہیں؟ ہم بریکس لگاتے ہیں۔ بریکس کے ساتھ لگے ہوئے ریڈ پیڈز دبانے سے فرکشن مہیا کرتے ہیں جو بائیسکل کو روک دیتی ہے۔

**کوئیک کویز (Quick Quiz)**



1. کون سے جوتے کم فرکشن پیش کرتے ہیں؟
2. خشک راستہ پر چلنے کے لیے کون سے جوتے بہتر ہیں؟
3. جو گنگ کے لیے کون سے جوتے بہتر ہیں؟
4. کون سا سولہ (sole) جلدی کھسے گا؟



### رولنگ فرکشن (Rolling Friction)

انسان کی تاریخ میں اہم ایجادات میں سے ایک پہیہ ہے۔ پہیے کے بارے میں پہلا اہم نکتہ یہ ہے کہ یہ حرکت کے دوران سرکے کی بجائے رول کرتا ہے۔ یعنی گھومتا ہوا آگے بڑھتا ہے۔ جس کی وجہ سے فرکشن میں خاطر خواہ کمی ہو جاتی ہے۔ جب ایک پہیے کے ایکسل (axle) کو دھکیلا جاتا ہے تو پہیے اور زمین کے درمیان فرکشن کی فورس ری ایکشن فورس فراہم کرتی ہے۔ یہ ری ایکشن کی فورس پہیے اور زمین کے درمیان میں لگائی گئی فورس کے مخالف سمت میں عمل کرتی ہے۔ پہیہ کوئلڈ ویلڈز (cold welds) کے ٹولے بغیر رول کرتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ سلائیڈنگ فرکشن (sliding friction) کی بہ نسبت رولنگ فرکشن (rolling friction) انتہائی کم ہوتی ہے۔ اس حقیقت کو کہ رولنگ فرکشن، سلائیڈنگ فرکشن سے کم ہوتی ہے، ہال بیرنگ اور رولر بیرنگ میں فرکشن کی وجہ سے ہونے والے نقصانات کو کم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

اگر پہیے اور زمین کے درمیان فرکشن نہ ہو تو دھکیلنے پر پہیہ نہیں گھومے گا۔ اس لیے ایک سطح پر پہیے کو گھما کر آگے بڑھانے یعنی رول کرنے کے لیے فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے۔ گیلی سڑک پر گاڑی چلانا خطرناک ہوتا ہے کیونکہ ایسی صورت میں ٹائروں اور سڑک کے درمیان فرکشن کم ہو جاتی ہے، جس سے ٹائروں کے پھسلنے کے امکان میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ فرکشن میں اضافہ کے لیے ٹائروں پر تھریڈنگ (threading) کی جاتی ہے۔ اس طرح تھریڈنگ سڑک کی گرفت میں اضافہ کرتی ہے اور گیلی سڑک پر بھی گاڑی چلانا محفوظ بناتی ہے۔

ایک ہائیکل سوار اپنی ہائیکل کو روکنے کے لیے بریک لگاتا ہے۔ جیسے ہی بریک لگائے جاتے ہیں پہیے گھومنا بند کر دیتے ہیں اور سلائیڈ کرنا شروع کر دیتے ہیں۔ اس لیے ہائیکل فور آرک جاتی ہے۔



شکل 3.18: فرکشن کی وجہ سے جسم رول کر سکتا ہے۔



شکل 3.19: بال بیرنگ۔



شکل 3.20: ٹائروں پر تھریڈنگ سڑک کی بہتر گرفت فراہم کرتی ہے۔

### کوئیک کویز (Quick Quiz)

1. ایک کانڈ کے صفحے پر ایک سلنڈر نما رول (cylindrical) کو سلائیڈ کرنے کے مقابلہ میں رول کرنا کیوں آسان ہوتا ہے؟
2. کیا ہم اپنی نوٹ بک سے پینسل سے کیے گئے کام کو مٹانے کے لیے رول کو اس کے اوپر رولتے ہیں یا گھماتے ہیں؟



### بریکنگ اور سکلڈنگ (Braking and Skidding)



فصل 9.21: سڑک پر پھسلتی ہوئی کار

ایک چلتی ہوئی گاڑی کے پھیپوں کی ولاسٹی کے دو کمپونینٹ ہوتے ہیں:

(i) سڑک پر پھیپوں کی موشن

(ii) پھیپوں کی اپنے ایکسز کے گرد موشن

گاڑی کو سڑک پر چلانے کے لیے اور چلتی ہوئی گاڑی کو روکنے کے لیے ٹائروں اور سڑک کے درمیان فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر اگر سڑک پر پھسلن ہے اور ٹائر گھسے ہوئے ہیں تو ٹائر بجائے رول کرنے کے سڑک پر پھسلنا شروع ہو جائیں گے۔ اگر ہائر ایسی سڑک پر ایک ہی جگہ پھسلنا شروع کریں تو گاڑی آگے نہیں بڑھے گی۔ پس ٹائروں کے گھوم کر آگے بڑھنے یا رول کرنے کے لیے ٹائروں اور سڑک کے درمیان فرکشن کی فورس اتنی ضرور ہونی چاہیے جو ٹائروں کو پھسلنے سے روک سکے۔

اسی طرح ایک کار کو فوری طور پر روکنے کے لیے ٹائروں اور سڑک کے درمیان فرکشن کی زیادہ فورس کی ضرورت ہوتی ہے۔ لیکن ٹائروں کے ذریعہ فراہم کی جانے والی اس فرکشن کی فورس کی ایک حد ہوتی ہے۔ اگر بہت زور سے بریک لگائے جائیں تو کار کے پھیپوں کا گھومنا بند ہو جائے گا۔ لیکن زیادہ موٹینم کی وجہ سے کار کے پیسے بغیر گھومے سڑک پر گھسیٹے لگیں گے۔ جس سے کار کی موشن کی سمت پر قابو پانا مشکل ہو جاتا ہے۔ جس سے کوئی حادثہ رونما ہو سکتا ہے۔ سکلڈنگ یعنی کار کے پھیپوں کا گھومے بغیر موشن میں رہنے کے امکان کو کم کرنے کے لیے یہ مشورہ دیا جاتا ہے کہ تیز رفتاری کی حالت میں خصوصاً پھسلن والی سڑک پر اتنی زور سے بریک نہ لگائے جائیں کہ پھیپوں کی روٹیشنل موشن ختم ہو جائے۔ مزید یہ کہ گھسے ہوئے ٹائروں کے ساتھ گاڑی اچلانا بغیر محفوظ ہوتا ہے۔

### فرکشن کے فوائد و نقصانات

فرکشن کے فوائد بھی ہیں اور نقصانات بھی۔ تیز رفتاری سے حرکت کرنے کے لیے فرکشن کی موجودگی انرجی کے ضیاع کا باعث بنتی ہے۔ کیونکہ یہ موشن کی مخالفت کرتی ہے اور متحرک اجسام کی سپیڈ کو محدود کرتی ہے۔ مشینوں کے موشن میں رہنے والے مختلف پرزوں کے درمیان فرکشن کی وجہ سے ہماری کارآمد انرجی کا بیشتر حصہ حرارت اور آواز کی صورت میں ضائع ہو جاتا ہے۔ ان مشینوں میں فرکشن کی وجہ سے موشن میں رہنے والے پرزے جلدی گھس جاتے ہیں یا پھر ٹوٹ پھوٹ کا شکار ہو جاتے ہیں۔

#### مفید معلومات

1. کس صورت میں آپ کو کم فورس کی ضرورت ہوگی اور کیوں؟

(i) رولنگ (ii) سلائیڈنگ

2. کس صورت میں ٹائروں کے لیے زور لگنا آسان ہوگا۔

(i) ہموار زمین پر (ii) تھوڑی ریشمی

#### کیا آپ جانتے ہیں؟



ہر آلہ پر چڑھنے کے لیے فرکشن بہت زیادہ مطلوب ہوتی ہے۔



تاہم کبھی کبھی فرکشن اچھائی ضروری ہوتی ہے۔ اگر کاغذ اور پمپل کے درمیان فرکشن نہ ہو تو ہم لکھ نہیں سکتے۔ فرکشن ہمیں زمین پر چلنے کے قابل بناتی ہے۔ ہم پھسلنے والی جگہوں پر دوڑ نہیں سکتے۔ پھسلنے والی زمین بہت کم فرکشن فراہم کرتی ہے، اس لیے کوئی بھی شخص جو پھسلنے والی زمین پر دوڑنے کی کوشش کرتا ہے حادثہ سے دوچار ہو سکتا ہے۔ اسی طرح پھسلنے والی سڑک پر ایک تیز رفتار گاڑی کو روکنے کے لیے بہت زور سے بریک لگانا خطرناک ہوتا ہے۔ اگر ہوا کی رزسٹنس نہ ہو تو پرندے اڑ نہیں سکتے۔ پرندے پیچھے کی طرف دھکیلی ہوئی ہوا کے ری ایکشن کے باعث پرواز کرتے ہیں۔ لہذا بعض صورت حال میں ہمیں فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے جبکہ دوسری صورتوں میں ہمیں فرکشن کو حتی الامکان کم کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔

### فرکشن کو کم کرنے کے طریقے

مندرجہ ذیل طریقوں سے فرکشن کو کم کیا جاسکتا ہے۔

- (i) ایک دوسرے پر حرکت کرنے والی سطحوں کو ہموار کر کے
- (ii) تیز رفتار اجسام کی شکل کو ٹوک دار بنا کر۔ مثلاً کار، ہوائی جہاز، وغیرہ۔ ایسا کرنے سے ہوا کے بہاؤ کی رکاوٹ کم ہو جاتی ہے۔ اس کی وجہ سے تیز رفتاری کے دوران ہوا کی رزسٹنس کم ہو جاتی ہے۔
- (iii) دھاتی پرزوں کے درمیان فرکشن کو کم کرنے کے لیے تیل یا گریس لگا دی جاتی ہے۔
- (iv) سلائڈنگ فرکشن کی بہ نسبت رولنگ فرکشن بہت کم ہوتی ہے۔ اس لیے بال بیرنگ یا رولر بیرنگ کے استعمال سے سلائڈنگ فرکشن کو رولنگ فرکشن میں تبدیل کر دیا جاتا ہے۔



شکل 3.22: تیز رفتاری کے دوران ہوا کا بغیر رکاوٹ کے بہاؤ، ہوا کی رزسٹنس کم کرتا ہے۔



شکل 3.23: ہلٹ ٹرین کی شکل کو ٹوک دار (streamline) بنانے سے تیز رفتاری کے دوران ہوا کی رزسٹنس کم ہو جاتی ہے۔

### 3.4 سرکلر موشن (Circular Motion)

روزمرہ زندگی میں ہمارا سابقہ ایسے اجسام سے پڑتا ہے جو دائرے میں حرکت کر رہے ہوتے ہیں۔ پتھر کا ایک چھوٹا سا گولہ الیس۔ اس کو ایک ڈوری کے ایک سرے سے باندھ دیں۔ ڈوری کے دوسرے سرے کو اپنے ہاتھ میں پکڑ کر پتھر کے کھڑے کو گھمائیں جیسا کہ شکل (3.24) میں دکھایا گیا ہے۔ پتھر کا گولہ ایک سرکلر (دائری) راستے پر حرکت کرے گا۔ پتھر کے کھڑے کی موشن سرکلر موشن کہلاتی ہے۔ اسی طرح زمین





شکل 3.25: زمین کے گرد چاند کی سرکڑی حرکت



شکل 3.24: ڈوری سے بندھے ہوئے پتھر کے ٹکڑے کی سرکڑی حرکت

کے گرد چاند کی حرکت بھی سرکڑی حرکت ہے۔

کسی جسم کی سرکڑی راستہ پر حرکت کو سرکڑی حرکت کہتے ہیں۔

### سینٹری پٹیل فورس (Centripetal Force)



شکل 3.26: سینٹری پٹیل فورس کی سمت ہمیشہ دائرے کے مرکز کی طرف ہوتی ہے اور اس کا کوئی کپوٹیت جسم کی حرکت کی سمت میں نہیں ہوتا۔

فرض کریں ایک ڈوری کے سرے پر باندھا گیا جسم یونیفارم سپیڈ کے ساتھ سرکڑی راستے میں حرکت کر رہا ہے انرشیا کی وجہ سے ایک جسم میں سیدھے راستے پر حرکت کرنے کا رجحان پایا جاتا ہے، پھر جسم دائرے میں کیوں حرکت کرتا ہے؟ ڈوری جس سے جسم باندھا گیا ہے جسم کو مستقل دائرے کے مرکز کی طرف کھینچتی ہے۔ اور اس طرح اسے دائرے میں حرکت کرنے پر مجبور کرتی ہے۔ ڈوری جس کو اس کی حرکت کی سمت کے عمودی سمت میں کھینچتی ہے جیسا کہ شکل (3.26) میں دکھایا گیا ہے۔ جسم کو کھینچنے والی اس فورس کی سمت ہمیشہ دائرے کے مرکز کی جانب ہوتی ہے۔ اس لیے اس کی سمت ہر لمحہ تبدیل ہو رہی ہوتی ہے۔ دائرے کے مرکز کی جانب عمل کرنے والی اس فورس کو سینٹری پٹیل فورس کہتے ہیں۔ یہ جسم کو دائرے میں گھماتی ہے۔ سینٹری پٹیل فورس ہمیشہ جسم کی حرکت کی سمت کے عموداً عمل کرتی ہے۔

سینٹری پٹیل فورس وہ فورس ہے جو کسی جسم کو دائرے میں حرکت کرنے پر مجبور کرتی ہے۔

آئیے سینٹری پٹیل فورس کی چند مثالوں کا مطالعہ کریں۔



شکل 3.27 (a) ڈوری میں ٹینشن ضروری سینٹری پٹیل فورس فراہم کرتا ہے۔

(b) ڈوری ٹوٹنے کے بعد سینٹری پٹیل فورس فراہم کرنے میں ناکام ہو جاتی ہے۔

شکل (3.27) میں دائرے میں حرکت کرنے والا ایک ڈوری کے سرے پر باندھا گیا ایک پتھر کا ٹکڑا دکھایا گیا ہے۔ ڈوری میں موجود ٹینشن ضروری سینٹری پٹیل فورس فراہم کرتا ہے۔ یہ پتھر کے ٹکڑے کی دائرے میں حرکت کو قائم رکھتا ہے۔ اگر ڈوری مضبوط نہ ہو تو سینٹری پٹیل فورس فراہم کرنے کے لیے ضروری ٹینشن مہیا نہیں کر سکے گی اور ٹوٹ جائے گی اور پتھر کا ٹکڑا

(i)



دائرے کے ساتھ ٹینٹ (tangent) بناتے ہوئے دور جا کرے گا جیسا کہ شکل (3.27b) میں دکھایا گیا ہے۔

(iii) چاند زمین کے گرد حرکت کرتا ہے۔ اسے زمین کی گریوی ٹینشن فورس ضروری سینٹری فوجل فورس مہیا کرتی ہے۔

فرض کریں کہ  $m$  ماس کا ایک جسم جس کا ریڈیئس  $r$  ہے دائرے میں یونیفارم سپیڈ  $v$  سے حرکت کر رہا ہے۔ سینٹری فوجل فورس  $F_c$  کا پیدا کردہ ایکسپلریشن  $a_c$  حسب ذیل ہے۔

$$a_c = \frac{v^2}{r} \quad \dots \dots \dots (3.24)$$

نیوٹن کے موشن کے دوسرے قانون کے مطابق سینٹری فوجل فورس  $F_c$  درج ذیل ہوگی۔

$$F_c = m a_c \quad \dots \dots \dots (3.25)$$

$$F_c = \frac{mv^2}{r} \quad \dots \dots \dots (3.26)$$

مساوات (3.26) سے ظاہر ہے کہ دائرے میں حرکت کرنے کے لیے کسی جسم کو جس سینٹری فوجل فورس کی ضرورت ہوتی ہے وہ ولاسٹی کے مربع کے دائریکٹلی پروجیوشن اور دائرے کے ریڈیئس کے انورسلی پروجیوشن ہوتی ہے۔

### سینٹری فیوگل فورس (Centrifugal Force)

فرض کریں کہ ایک ذوری کے سرے پر باندھا گیا پتھر کا ایک ٹکڑا دائرے میں حرکت کر رہا ہے۔ جیسا کہ شکل (3.28) میں دکھایا گیا ہے۔ ضروری سینٹری فوجل فورس ذوری کے ذریعہ عمل کرتی ہے اور پتھر کے ٹکڑے کو دائرے میں حرکت کرنے پر مجبور کرتی ہے۔ نیوٹن کے موشن کے تیسرے قانون کے مطابق سینٹری فوجل فورس کا ری ایکشن بھی ہوگا۔ یہ سینٹری فوجل ری ایکشن جو ذوری پر باہر کی طرف عمل کرتا ہے، اسے سینٹری فیوگل فورس کہتے ہیں۔

### مثال 3.8

100 گرام ماس کے ایک پتھر کے ٹکڑے کو 1 میٹر لمبی ذوری کے سرے سے باندھا گیا ہے۔ پتھر کا یہ ٹکڑا  $5 \text{ ms}^{-1}$  کی سپیڈ سے دائرے میں حرکت کر رہا ہے۔ ذوری میں ٹینشن معلوم کریں۔



شکل 3.28 پتھر کے ٹکڑے چمکنے والی سینٹری فوجل فورس اور ذوری چمکنے والی سینٹری فوجل فورس



جب کو سڑکا سرکلر راستے پر گھومتی ہے تو فریک سینٹری فوجل فورس فراہم کرتا ہے اور اس کو سڑک سے باہر نکلنے سے روکتا ہے۔



حل

$$m = 100 \text{ g} = 0.1 \text{ kg}$$

$$v = 5 \text{ ms}^{-1}$$

$$r = 1 \text{ m}$$

$$T = F_c$$

ڈوری میں ٹینشن  $T$  ضروری سینٹری فیوگل فورس فراہم کرتی ہے۔ یعنی

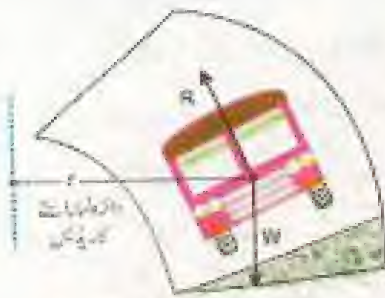
$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

$$T = \frac{0.1 \text{ kg} \times (5 \text{ ms}^{-1})^2}{1 \text{ m}}$$

$$T = 2.5 \text{ N}$$

پس ڈوری میں ٹینشن  $2.5 \text{ N}$  کے برابر ہوگا۔

### بینکنگ آف روڈ (Banking of the Roads)



شکل 3.29: گاڑی کو پھسلنے سے روکنے کے لیے دائرہ نما سڑک کے بیرونی کنارے کو اونچا کر دیا جاتا ہے۔

جب ایک کار کسی دائرہ نما (curved) راستہ پر مڑتی ہے تو اسے سینٹری فیوگل فورس کی ضرورت ہوتی ہے۔ ٹائروں اور سڑک کے درمیان موجود فرکشن ضروری سینٹری فیوگل فورس فراہم کرتی ہے۔ اگر ٹائروں اور سڑک کے درمیان فرکشن کی فورس ناکافی ہو خصوصاً گیلی سڑک پر تو کار روڈ پر پھسل سکتی ہے۔ یہ مسئلہ دائرہ نما سڑک کی بینکنگ کے ذریعہ حل کیا جاتا ہے۔ بینکنگ کا مطلب ہے کہ سڑک کے بیرونی کنارے کو اونچا کرنا۔ شکل (3.29) میں بینکنگ کی وجہ سے گاڑی پر عمل کرنے والے سڑک کے نارمل ری ایکشن کا ایک افقی کمپونینٹ گاڑی کو موڑنے کے دوران ضروری سینٹری فیوگل فورس فراہم کرتا ہے۔ اس طرح سڑک کی بینکنگ گاڑی کو پھسلنے سے روکتی ہے اور گاڑی چلانے کو محفوظ بناتی ہے۔

### واشنگ مشین ڈرائیئر (Washing Machine Dryer)



شکل 3.30: واشنگ مشین کے ڈرائیئر کی دیوار میں سوراخ دار ہوتی ہیں۔

واشنگ مشین کا ڈرائیئر گھومنے والی ٹوکریوں (basket spinners) پر مشتمل ہوتا ہے۔ یہ ٹوکریاں سلنڈر کی شکل کی ہوتی ہیں اور ان کی دیواروں میں بہت زیادہ تعداد میں سوراخ ہوتے ہیں۔ جیسا کہ شکل (3.30) میں دکھایا گیا ہے۔ اس کے اندر گیلے کپڑے رکھ کر سلنڈر کی شکل کے رورٹر (rotor) کا ڈھکن بند کر دیا جاتا ہے۔ جب یہ تیز سپینڈ سے گھومتا ہے تو سینٹری فیوگل فورس کی وجہ سے گیلے کپڑوں کا پانی سوراخوں کے ذریعے سے باہر نکل جاتا ہے۔



### کریم سپریٹر (Cream Separator)

بہت سے جدید پلاسٹک غذائی اشیاء میں پکنائی کے اجزاء کی مقدار کو کنٹرول کرنے کے لیے سپریٹر استعمال کرتے ہیں۔ ایک سپریٹر تیزی سے گھومنے والی مشین ہے۔ اس کے کام کرنے کا اصول وہی ہے جو سینٹری فوج مشین کا ہوتا ہے۔ اس میں ایک بڑا پیالا ہوتا ہے جس میں دودھ ڈال کر اسے تیزی سے گھمایا جاتا ہے۔ جس کے باعث دودھ کے بھاری اجزاء باہر کی طرف اور ہلکے اجزاء اندر کی طرف یعنی ایکسز کی طرف چلے جاتے ہیں۔ دودھ کے دوسرے اجزاء کے مقابلہ میں مکھن یا کریم ہلکے ہوتے ہیں اس لیے مکھن کے بغیر دودھ (skimmed milk) پیالہ کی بیرونی دیوار سے باہر نکال لیا جاتا ہے۔ ہلکے اجزاء (کریم) مرکزی ایکسز کی طرف دھکیل دیے جاتے ہیں جہاں انہیں ایک پائپ کے ذریعے حاصل کر لیا جاتا ہے۔



فکس 3.31: کریم سپریٹر

### خلاصہ

فورس کی سمت میں ایکسلریشن پیدا ہوتا ہے۔ اس ایکسلریشن کی مقدار جسم پر عمل کرنے والی نیٹ فورس کے ڈائریکٹلٹی پر پور مشتمل اور اس کے ماس کے انورسلی پروپورشنل ہوتی ہے۔

فورس کا یونٹ نیوٹن (N) ہے۔ ایک نیوٹن وہ فورس ہے جو 1 کلوگرام ماس والے جسم میں  $1 \text{ ms}^{-2}$  کا ایکسلریشن اپنی ہی سمت میں پیدا کرتی ہے۔

کسی جسم کا ماس اس میں مادہ کی وہ مقدار ہے جو جسم میں موجود ہے۔ ماس ایک سکیلر مقدار ہے۔ اس کا SI یونٹ کلوگرام (kg) ہے۔

کسی جسم کا وزن اس پر عمل کرنے والی گریویٹیشنل فورس کے برابر ہوتا ہے۔ یہ ایک ویکٹر مقدار ہے۔ وزن کا SI یونٹ نیوٹن (N) ہے۔

نیوٹن کے موشن کے تیسرے قانون کے مطابق ہر ایکشن کا ایک ری ایکشن ہوتا ہے۔ ایکشن اور ری ایکشن مقدار میں مساوی لیکن سمت میں ایک دوسرے کے مخالف ہوتے ہیں۔

ایک بے فرکشن پگما پر سے گزرتی ہوئی ڈوری کے

دھکیلنے یا کھینچنے کا دوسرا نام فورس ہے۔ فورس ایک ریٹ میں پڑے ہوئے جسم کو موشن میں لاتی ہے یا موشن میں لانے کی کوشش کرتی ہے۔ ایک متحرک جسم کو روکتی ہے یا روکنے کی کوشش کرتی ہے۔

ارزیا کسی بھی جسم کی وہ خصوصیت ہے جس کی وجہ سے جسم اپنی ریٹ کی حالت یا سیدھی لائن میں موشن کی حالت میں تبدیلی کی مزاحمت کرتا ہے۔ کسی جسم کا موٹیمٹم اس میں موشن کی مقدار کے برابر ہوتا ہے۔ موٹیمٹم کسی جسم کے ماس اور ولاسٹی کے حاصل ضرب کے برابر ہوتا ہے۔

وہ فورس جو موشن کی مخالفت کرتی ہے، فرکشن کہلاتی ہے۔

نیوٹن کے موشن کے پہلے قانون کے مطابق ایک جسم اپنی ریٹ یا سیدھی لائن میں موشن کی حالت کو جاری رکھتا ہے، بشرطیکہ اس پر کوئی نیٹ فورس عمل نہ کرے۔

نیوٹن کے موشن کے دوسرے قانون کے مطابق جب کسی جسم پر ایک نیٹ فورس عمل کرتی ہے تو اس جسم میں



ہے۔ اس ضیاع کو پورا کرنے کے لیے بہت کام کرنا پڑتا ہے۔ اس کے علاوہ فرکشن کی وجہ سے مشین کے حرکت کرنے والے پرزے گھس جاتے ہیں اور ٹوٹ پھوٹ کا شکار ہو جاتے ہیں۔ فرکشن کو کم کرنے کے لیے

- (i) سلائڈنگ سطحوں کو پالش کیا جاتا ہے۔
- (ii) سلائڈنگ سطحوں کے درمیان تیل یا گریس وغیرہ استعمال کیا جاتا ہے۔

(iii) بال بیرنگ یا رولر بیرنگ استعمال کیے جاتے ہیں۔

سرکڑ راستے پر حرکت کرنے والے جسم کی موشن کو سرکڑ موشن کہتے ہیں۔

وہ فورس جو جسم کی موشن کو ایک دائرے میں برقرار رکھتی ہے، سینٹری چیل فورس کہلاتی ہے۔ اس کا فارمولا حسب ذیل ہے۔

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

نیوٹن کے موشن کے تیسرے قانون کے مطابق سینٹری چیل فورس کاری ایکشن بھی موجود ہوتا ہے۔ یہ سینٹری چیل ری ایکشن جو ڈوری کو باہر کی طرف کھینچتا ہے، سینٹری فیوگل فورس کہلاتا ہے۔

سروں پر عموداً لٹکے ہوئے دو اجسام کا ایکسپریشن  $a$  اور ٹینشن  $T$  حسب ذیل ہیں۔

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g ; T = \frac{2 m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$$

ایک بے فرکشن پلکی پر سے گزرتی ہوئی ڈوری کے سروں پر دو اجسام جن میں ایک عموداً نیچے کی طرف اور دوسرا افقی سطح پر حرکت کر رہا ہو۔ ایکسپریشن  $a$  اور ٹینشن  $T$  حسب ذیل ہیں۔

$$a = \frac{m_1}{m_1 + m_2} g ; T = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$$

مومینٹم کے کنزرویشن کے قانون کے مطابق دو یا دو سے زیادہ باہم متصادم اجسام کے آئیسیولیڈسٹم کا کل مومینٹم ہمیشہ کنسٹنٹ رہتا ہے۔

ایک دوسرے پر حرکت کرنے والے دو اجسام کے درمیان وہ فورس جو ان کی ایک دوسرے کے لحاظ سے حرکت کی مخالفت کرتی ہے، فرکشن کہلاتی ہے۔ رولنگ فرکشن وہ فورس ہے جو رول کرنے والے جسم اور اس سطح جس پر وہ رول کر رہا ہو کے درمیان عمل کرتی ہے۔ سلائڈنگ فرکشن کے مقابلہ میں رولنگ فرکشن بہت کم ہوتی ہے۔

مشینوں میں فرکشن کی وجہ سے انرجی ضائع ہوتی

## سوالات

- (iii) مندرجہ ذیل میں سے انرشیا کا انحصار کس پر ہے؟  
(a) دلاشی (d) ماس (c) نیٹ فورس (b) فورس
- (iii) ایک لڑکا چلتی ہوئی بس میں سے چھلانگ لگاتا ہے۔ اس کے کس طرف گرنے کا خطرہ ہے؟  
(a) بس سے دور (b) چلتی ہوئی بس کی طرف
- (c) حرکت کی مخالفت سمت میں (d) حرکت کی سمت میں

3.1 دیے گئے ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگائیے۔

(i) مندرجہ ذیل میں سے کس کی غیر موجودگی میں نیوٹن کے پہلے قانون موشن کا اطلاق ہوتا ہے؟

- (a) مومینٹم (d) فرکشن (c) نیٹ فورس (b) فورس



- (iv) ایک ڈوری کو دو مخالف فورسز کی مدد سے کھینچا جا رہا ہے۔ ہر ایک فورس کی مقدار 10N ہے۔ ڈوری میں ٹینشن کتنا ہوگا؟
- 3.2 (a) صفر (b) 5N (c) 10N (d) 20N
- (v) ایک جسم کا ماس
- (a) ایکسپلریٹ کرنے پر کم ہو جاتا ہے
- (b) ایکسپلریٹ کرنے پر زیادہ ہو جاتا ہے
- (c) تیز ولاسٹی سے چلنے پر کم ہو جاتا ہے
- (d) ان میں کوئی بھی نہیں
- (vi) ایک بے فرکشن پٹی پر سے گزرنے والی ڈوری کے سروں پر  $m_1$  اور  $m_2$  ماس کے دو اجسام اس طرح منسلک ہیں کہ دونوں عموداً حرکت کرتے ہیں۔ ان اجسام کا ایکسپلریٹ ہوگا۔
- (a)  $\frac{m_1 \times m_2}{m_1 + m_2} g$  (b)  $\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g$
- (c)  $\frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2} g$  (d)  $\frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$
- (vii) مندرجہ ذیل میں سے موئیٹم کا یونٹ ہے۔
- (a) Nm (b) kgms<sup>-2</sup> (c) Ns (d) Ns<sup>-1</sup>
- (v) جب گھوڑا گاڑی کو کھینچتا ہے تو ایکشن کس پر ہوتا ہے؟
- (a) گاڑی پر (b) زمین پر
- (c) زمین اور گاڑی پر (d) گھوڑے پر
- (ix) مندرجہ ذیل میں سے کس میٹیریل کو سلائڈ کرنے والی سطحوں کے درمیان رکھنے سے ان کے درمیان فرکشن کم ہو جاتی ہے؟
- (a) پانی (b) سنگ مرمر کا پاؤڈر
- (c) ہوا (d) آئل
- مندرجہ ذیل کی تعریف بیان کریں۔
- 3.2 (i) فورس (ii) انرشیا (iii) موئیٹم (iv) سینٹری چل فورس (v) فورس آف فرکشن
- مندرجہ ذیل میں فرق واضح کریں۔
- 3.3 (i) ایکشن اور ری ایکشن (ii) ماس اور وزن (iii) سلائڈنگ فرکشن اور رولنگ فرکشن
- انرشیا کا قانون کیا ہے؟
- 3.4 بس کی چھت پر سفر کرنا کیوں خطرناک ہوتا ہے؟
- 3.5 جب ایک بس موڑ کاٹی ہے تو اس میں موجود مسافر باہر کی طرف کیوں جھک جاتے ہیں؟
- 3.6 آپ کس طرح فورس کا تعلق موئیٹم کی تبدیلی سے قائم کر سکتے ہیں؟
- 3.7 ایک ڈوری میں کتنا ٹینشن ہوگا اگر اس کے سروں کو 100 N کی دو مخالف فورسز سے کھینچا جائے؟
- 3.8 اگر ایکشن اور ری ایکشن برابر مگر مخالف سمت میں ہوتے ہیں تو پھر کوئی جسم حرکت کیسے کرتا ہے؟
- 3.9 ایک گھوڑا گاڑی کو کھینچ رہا ہے۔ اگر ایکشن اور ری ایکشن ایک دوسرے کے برابر اور مخالف ہوں تو پھر گاڑی حرکت کیسے کرتی ہے؟
- 3.10 موئیٹم کے کنزرویشن کا قانون کیا ہے؟
- 3.11 موئیٹم کے کنزرویشن کے قانون کی کیا اہمیت ہے؟
- 3.12 جب ایک بندوق چلائی جاتی ہے تو یہ پیچھے کو جھٹکا کھاتی ہے۔ کیوں؟
- 3.13 دو ایسی صورتیں بیان کریں جن میں فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے۔
- 3.14



- 3.15 مشین کے حرکت کرنے والے پرزوں کے درمیان  
آئل یا گریس ڈالنے سے فرکشن کیوں کم ہو جاتی ہے؟
- 3.16 فرکشن کو کم کرنے کے طریقے بیان کریں۔
- 3.17 رولنگ فرکشن، سلائڈنگ فرکشن سے کیوں کم ہوتی ہے؟
- 3.18 مندرجہ ذیل کے بارے میں آپ کیا جانتے ہیں؟  
انتہائی فرکشن کی فوس (ii) ڈوری میں ٹینشن (i)
- 3.19 اگر ہر قسم کی فرکشن اچانک ختم ہو جائے تو کیا ہوگا؟
- 3.20 واشنگ مشین کے سپنر کو بہت تیزی سے کیوں گھمایا جاتا ہے؟
- (iii) بریکنگ فوس (iv) گاڑیوں کا پچسلنا (v) سیٹ بیلٹس (vi) کریم سپریٹر (vii)

### مشقی سوالات

- 3.1 20 نیوٹن کی ایک فوس ایک جسم کو  $2 \text{ ms}^{-2}$  کے ایکسلریشن سے حرکت دیتی ہے۔ جسم کا ماس کیا ہو گا؟
- 3.2 ایک جسم کا وزن  $147 \text{ N}$  ہے۔ اس کا ماس کیا ہوگا؟ (g کی قیمت  $10 \text{ ms}^{-2}$  ہے) ( $14.7 \text{ kg}$ )
- 3.3 10 کلوگرام ماس کے ایک جسم کو گرنے سے روکنے کے لیے کتنی فوس درکار ہوگی؟ ( $100 \text{ N}$ )
- 3.4 50 کلوگرام ماس کے ایک جسم میں  $100 \text{ N}$  کی فوس کتنا ایکسلریشن پیدا کرے گی؟ ( $2 \text{ ms}^{-2}$ )
- 3.5 ایک جسم کا وزن  $20 \text{ N}$  ہے۔ اس کو  $2 \text{ ms}^{-2}$  کے ایکسلریشن سے سیدھا اوپر کی طرف لے جانے کے لیے کتنی فوس کی ضرورت ہوگی؟ ( $24 \text{ N}$ )
- 3.6 ایک بے فرکشن ٹیلی پر سے گزرنے والی ڈوری کے سروں سے  $52 \text{ kg}$  ماس اور  $48 \text{ kg}$  ماس کے دو اجسام منسلک ہیں۔ ڈوری میں ٹینشن اور اجسام کا ایکسلریشن معلوم کریں جبکہ دونوں اجسام عموداً حرکت کر رہے ہوں۔ ( $500 \text{ N}, 0.4 \text{ ms}^{-2}$ )
- 3.7 ایک بے فرکشن ٹیلی پر سے گزرنے والی ڈوری سے  $26 \text{ kg}$  ماس اور  $24 \text{ kg}$  ماس کے دو اجسام منسلک ہیں۔  $26 \text{ kg}$  ماس کا جسم ایک ہموار افقی سطح پر رکھا ہوا ہے جبکہ  $24 \text{ kg}$  ماس کا جسم عموداً نیچے کی طرف حرکت کر رہا ہے۔ ڈوری میں ٹینشن اور دونوں اجسام کا ایکسلریشن معلوم کریں۔ ( $125 \text{ N}, 4.8 \text{ ms}^{-2}$ )
- 3.8 کسی جسم کے موہٹم میں  $22 \text{ Ns}$  کی تبدیلی پیدا کرنے کے لیے  $20 \text{ N}$  کی فوس کو کتنا وقت درکار ہوگا؟ ( $1.1 \text{ s}$ )
- 3.9 5 کلوگرام ماس کے لکڑی کے بلاک اور سبب مرمر کے افقی فرش کے درمیان فرکشن کی کتنی فوس ہوگی؟ لکڑی اور سبب مرمر کے درمیان کو ایفی شیٹ آف فرکشن کی قیمت  $0.6$  ہے۔ ( $30 \text{ N}$ )
- 3.10 0.5 کلوگرام ماس کے جسم کو  $50 \text{ cm}$  ریڈیئس کے دائرے میں  $3 \text{ ms}^{-1}$  کی سپیڈ سے گھمانے کے لیے کتنی سینٹری فوئل فوس کی ضرورت ہوگی؟ ( $9 \text{ N}$ )